



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација  
на минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '15**

Крушево  
13 ÷ 15. 11. 2015 год.

## МОЖНОСТИ ЗА КОРИСТЕЊЕ НА ТРАВЕРТИНОТ ПОЛИЧЕ СЕЛО МАНАСТИР (ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА) КАКО АРХИТЕКТОНСКИ КАМЕН

**Орце Спасовски<sup>1</sup>, Даниел Спасовски<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки,  
Институт за геологија, Штип, Р. Македонија

**Апстракт:** Травертинот од Поличе с. Манастир Западна Македонија е испитуван со цел да се утврди можноста за користење како архитектонски камен. Самите анализирања како и лабораториските испитувања беа извршени на примероци од травертин. Примероците се земени од површинските делови. Резултатите од нивните физичко механички испитувања покажаа дека самата карпеста маса ги исполнува сите барања за употреба како архитектонски камен според државните стандарди на Македонија. Исто така квалитетот на каменот е повисок во подлабоките делови на теренот, каде што надворешните влијание имаа многу мал ефект. Овој камен има високи декоративни својства, но и ситно зрнеста структура која претставува позитивен ефект за техничките карактеристики и подложеност на обработка.

**Клучни зборови:** травертин, Поличе, архитектонски камен, минералошко – петрографски состав, физичко – механички карактеристики.

## THE POSSIBILITIES TO USE THE TRAVERTINE POLICE, MANASTIR VILLAGE (WESTERN MACEDONIA) AS AN ARCHITECTURAL STONE

**Orce Spasovski<sup>1</sup>, Daniel Spasovski<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University “Goce Delcev”, Faculty of Natural and Technical Sciences,  
Institute of geology, Stip, R. Macedonia

**Abstract:** The travertine from Police, Manastir village, in western Macedonia have been examined in order to determine the possibility to use them as architectural stone. The analyses and the laboratory research were performed on samples of travertine. The samples were taken from the surface parts. The results from their physical mechanical examinations have shown that the rock mass itself satisfies the requirements to be used as an architectural stone according to the state standards of Macedonia. The quality of the stone is higher in the deeper parts of the field where the external influences have a very small effect. This stone has highly decorative features but it also has fine grained structure which is a positive effect for the technical characteristics and the subjection for processing and production.

**Key words:** travertine, Police, architectural stone, mineral-petrographic content, physical-mechanical characteristics.

## ВОВЕД

Простор за истражување на травертин "Поличе" с. Манстир се наоѓа на југозападните падини на планината Козјак во Мариово. Самата локација е оддалечена на околу 1 км северно од селото Манастир, а од градот Прилеп околу 35 км.

Теренот на наоѓалиштето на травертин е дел од неогеното плато окружено со изразени ридскопланински форми од кои најизразени се Св. Пантелеј (1344 м), Перун (1730 м), Гуров камен (1566 м), Цуцул (1220 м), Балтава Чука и др.

Главен воден тек на регионот е Црна Река која е и најголема десна притока на реката Вардар. Црна Река ги дренира водите на најголем дел од регионот, а поголеми притоки се: Елешка Река, Граешка Река, Коњарка, Трновчица, Градешка, Блашница, Белица, Бешишка Река, Старавинска Река, Сатока, Бутурица и др.

Првите геолошки информации за теренот се поврзани со првите геолошки истражувања на пределите на Пелагонот, извршени во почетокот на минатиот век. Така Цвијиќ (1906) пишува за кристалести карпи со гранитско јадро од прекамбриска старост. Космат (1924) извршил прво разчленување на теренот на Македонија во единици. Мариќ (1949) ги испитувал карпите меѓу Бакарно Гумно - Алинци и Веслец. Илиќ (1953) извршил испитувања на пегамтитите и со нив поврзаните корисни минерали, на пределите на Бабуна и северниот дел на Селечка планина. Колман (1951) и Измајлов (1951) извршиле геолошко картирање на теренот меѓу селата Мрзен и Галиште во долината на Црна Река.

Бариќ (1956) извршил најдетални минералошки испитувања на дистенот од Селечка планина. Стојанов вршел истражувања (1958 и 1974) на дистените на Селечка планина. Мајер (1960) од подрачјето јужно од селото Бонче, опишува појави на метагбро. Протиќ (1963), во југозападниот дел од Селечка планина издвоил шкрилци со понизок кристалинитет. Теофиловиќ (1966) вршел испитувања во јужниот дел од Пелагонот.

Со изработка на основната геолошка карта на СФРЈ, авторите на листовите Витолиште и Кајмакчалан во размер 1:100 000 (Думурџанов, Христов, Павловски и Иванова, 1976), во Толкувачот детално го обработуваат литолошкиот состав на карпите од листовите Витолиште и Кајмакчалан, каде го опишуваат составот на карпите со што се опфатени и појавите на оникс во кровните делови на травертинските карпи.

## 1. ПРИМЕНЕТИ МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЊЕ

Минералошко – петрографските испитувања се направени на Факултетот за природни и технички науки во Штип од страна на авторите на трудот, Испитувањето на физичко – механичките карактеристики е извршено во лабораторијата на Гадежниот институт во Скопје. Бидејќи карпестите маси не се добро откриени, пробите се земени од површината на теренот. Како последица на тоа, во самите примероци се застапени пукнатини како резултат на зголеменото атмосферско влијание. Како и да е испитувањата на примероците покажаа веродостојни вредности на физичко – механички карактеристики. Несомнено е дека примероците од поголемите длабочини би дале далеку подобри резултати.

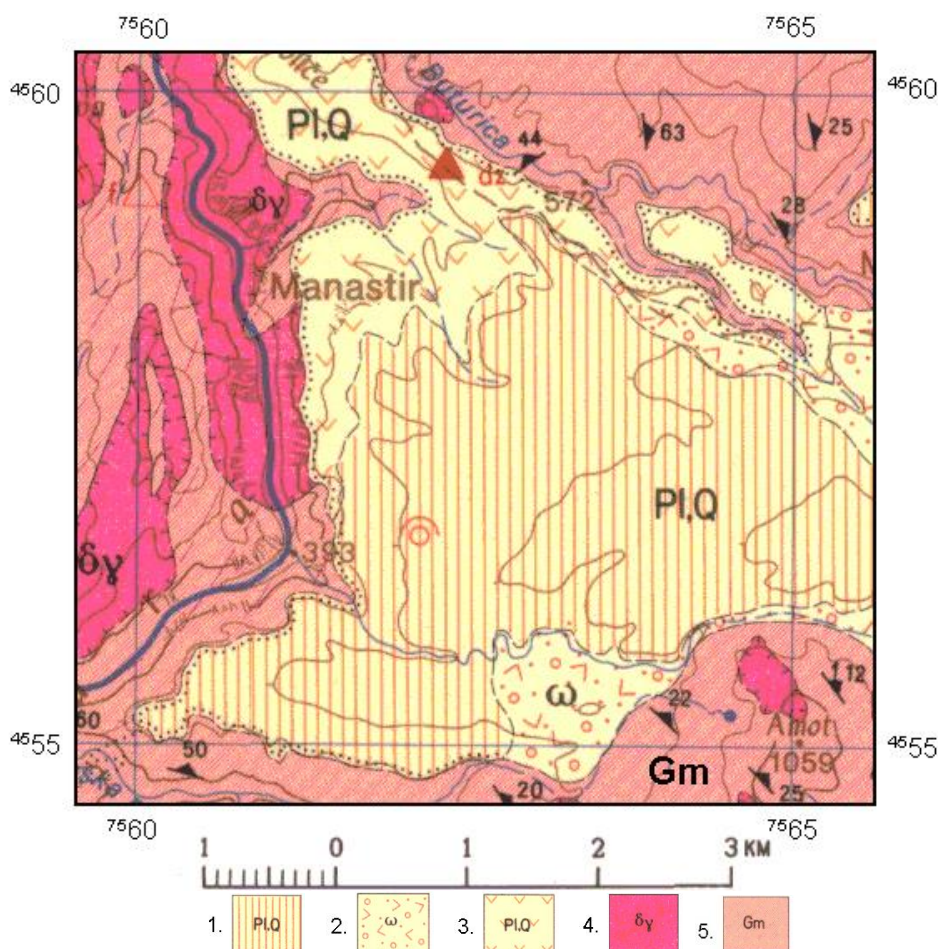
## 2. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Во геолошката градна на локалитетот Полоиче главно учествуваат тракасти мусковит - биотитски и тракасти мусковитски гнајсеви, масивни средно до крупнозрнести гранодиорити, вулканогено – седиментни творевини, кварцлатитски агломерати и туфови и карбонатно – бигорливи творевини.

Најголемо распространување имаат вулканогено – седиментни творевини и карбонатно – бигорливите творевини Слика 1).

## 2.1. Вулканогено - седиментните творевини

Вулканогено - седиментните творевини во помали маси се застапени кон Бешиште (Слика 1). При интензивната вулканска активност на Кожувскиот вулканизам во овој дел од теренот исфрлени се големи количини на вулкански материјал (вулкански песок, прашина, пепел, како и вулкански лапили, бомби и блокови од вулкански карпи - кварцлатити, андезити, туфови). Од овој вулкански материјал во плиоцен - квартерниот езерски басен формирани се претежно слоевити тела на вулкански агломерати, бречи, пирокластити, туфови, туфити и др во кои се интродуирани услоени тела со различни дебелини од прашинести слабоврзани песоци, глини и песочници. Често во овие слоеви има присуство на фрагменти и блокови од вулкански карпи.



Слика 1. Геолошка карта на локалитетот Поличе

1. карбонатно-бигорливи творевини, 2. карбонатно – туфогени творевини,
3. вулкански седиментни творевини, 4. гранодиорити, 5. гнајсеви

## 2.2. Карбонатно – бигорливи творевини

Карбонатно – бигорливите творевини се констатирана во централниот дел на истражуваното подрачје (Слика 1). Овие творевини се претставени од слоевити и плочести бигори, бигорливи варовници, травертини и оникси. Овие творби претежно се раслоени со интерстратификувани песочници, прашинести песоци и бигорлива дробина. Бигорот, бигорливиот варовник и травертинот обично се кафеави и сивкасто



- жолтеникави масивни и доста цврсти а во одредени интервали и шупликави и кавернозни (Слика 2). Травертинот се одликува со ситнозрнест состав, цврста, масивна и слабо шупликава текстура. Ретко се јавуваат шуплини, мали со должина до 2 mm.



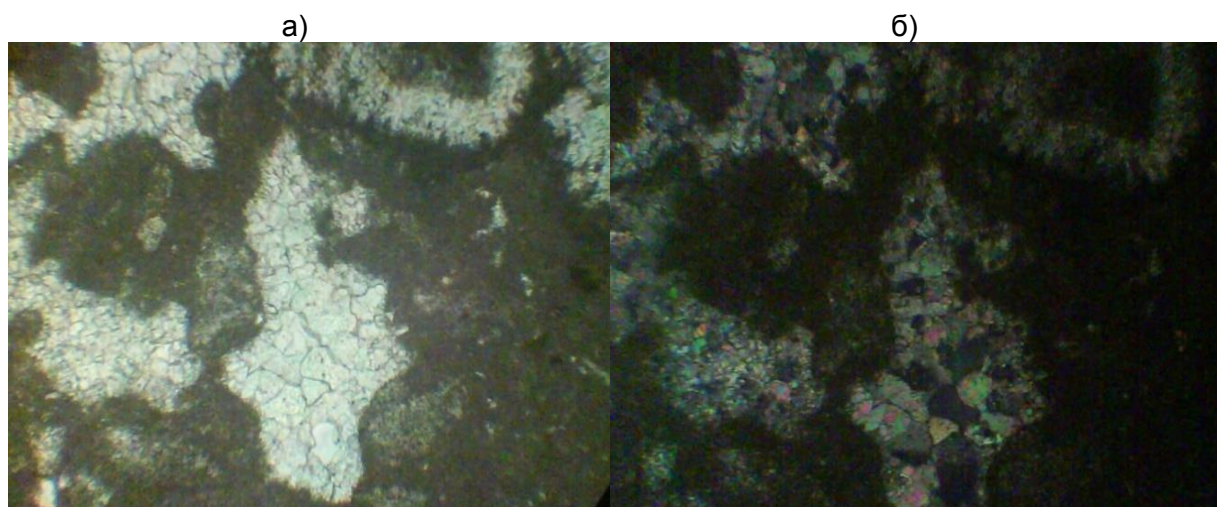
**Слика 2.** Словит, шупликав и кавернозен светло сив и кафеав травертин

### 3. ПЕТРОЛОШКО – МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

За минералошко - петрографски испитувања одбрани се репрезентативни примероци од локалноста Поличе. Изработени се петрографски препарати, кои микроскопски се прегледани со поларизационен микроскоп во пропуштена светлина марка Leitz, Wetzlar Germani. Минералошко - петрографските испитувања се извршени на Факултетот за природни и технички науки на Институтот за геологија од страна на авторот на трудот.

Травертинот има светлокремкаста боја, и ретки неправилни форми светло сиво обоени. Се одликува со ситнозрнест состав, цврста, масивна и слабо шупликава текстура. Ретко се јавуваат шуплини, мали со должина до 2 mm.

Карпата е изградена од калцит, кој во основа се јавува во криптокристалеста форма, структура. Често калцитската маса прави неправилни оолитски форми, округли и елипсовидни со зонарна градба на калцитската маса (Слика 3а, 3б)



**Слика 3.** Микрофотографија на примерок ГП-1 10 x ( N - ) и ГП-1 10 x ( N + )

#### 4. ХЕМИСКИ ИСПИТУВАЊА

Хемиските карактеристики на травертинот и ониксот од локалитетот Поличе претставуваат прилог за продлабочување на сознанијата за овој тип на карпи територијата на Република Македонија. Овие карпи по составот, структурно-тектонските особености, бојата и начинот на појавувањето јасно се разликува од околните карпи.

Примероците ГП-1, ГП-2 претставуваат травертин, кој има доста чист калцитски состав. Учеството на MgO спрема хемиската анализа на примероците се движи од 1,64 - 2,70 % (Табела 1). Исто така и анализираниот примерок на ониксот се одликува со доста чист калцитски состав во кој содржините на нализираниите елементи се многу ниски со исклучок на CaO.

**Табела 1.** Хемиски состав на травертинот (ГП-1 и ГП-2) во %

Елемент	ГП-1	ГП-2
SiO <sub>2</sub>	0.10	0,09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.11	0,15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.17	0,50
MnO	0.096	0,064
MgO	1.64	2,05
CaO	51.10	51,50
Na <sub>2</sub> O	0.04	0,037
K <sub>2</sub> O	0.02	0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.062	0,051
Влага (110°)	0.035	0,038
Губ. жар.	45.89	45,02
<b>Вкупно</b>	<b>99.283</b>	<b>99,56</b>

#### 5. ФИЗИЧКО – МЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

При испитувањето применета е соодветна методологија на лабораториски испитувања согласно на постојни стандарди за ваков вид на раобти. Главно се користени постојните државни (**МКС**) стандарди, но исто така се земени предвид и препораките за испитување на меѓународното друштво за механика на карпи (ISRM-International Society for Rock Mechanics).

Врз основа на извршените пресметки, анализи и статистичка обработка, подолу е даден приказ на добиените вредности за испитуваните примероци (Табела 2).

**Табела 2.** Резултати од утврдените физичко – механички карактеристики на травертинот

Ред. број	Испитување	Метода според МКС	Единица мерка	Ознака	Резултати од испитување	Услови за квалитет BET/MKS B.B2009 BNS/MKS U.E9.021/028 AB/MKS U.E4014 TAMP/MKS UE.9.020
1	Јакост на притисок во сува состојба	B.B8012	MPa	B <sub>p</sub> min.	67.40	BET.min. (88; 160) BNS/min. (100) AB/min. (120; 140; 160) TAMP/min. (100; 120)
				B <sub>p</sub> max.	117.50	
				B <sub>p</sub> sred.	100.70	
2	Јакост на притисок во водозаситена состојба	B.B8012	MPa	B <sub>p</sub> min.	49.70	BET.min. (64; 128) BNS/min. (100)
				B <sub>p</sub> max.	88.87	
				B <sub>p</sub> sred.	64.60	
3	Јакост на притисок после 25 цикл. мрзнење и одмрзнување	B.B8012	MPa	B <sub>p</sub> min.	47.00	BNS/ Дозволена загуба на јакост на притисок после M <sub>25</sub> цикл. – max 20%
				B <sub>p</sub> max.	99.66	
				B <sub>p</sub> sred.	75.13	
	Загуба на јакост		%	ZM <sub>25</sub>	25.4	
4	Водовпивање	B.B8010	% /m/m/	U	2.0	BET.max. (1.0) AB/max. (0.75; 1.0) TAMP/max. (1.0)
5	Отпорност на абеење со стружење	B.B8015	cm <sup>3</sup> /50c m <sup>2</sup>	Ab	14.6	BET.max. (35.0) AB/max. (12.0; 18.0; 35.0)
6	Зафатнинска маса со пори и шуплини	B.B8032	kg/m <sup>3</sup>	γ <sub>v</sub>	2510	(2000-3000)
7	Зафатнинска маса без пори и шуплини	B.B8032	kg/m <sup>3</sup>	γ <sub>s</sub>	2690	(2000-3000)
8	Коефициент на зафатнинска маса	B.B8032	Коеф.	i	0.933	/
9	Порозност	B.B8032	% /m/m/	P	6.7	/
10	Постојаност на дејство на мраз	B.B8032	% /m/m/	M	6.1 (без видливи оштетувања на тестираните примероци)	BET.max. (5.0) AB/max. (5.0) TAMP/max. (10.0; 12.0)

\*BET – бетон; BNS – битуминизиран наосив слој; AB – асфалт бетон; TAMP - тампон

Според утврдените физичко – механички карактеристики испитуваниот материјал ги исполнува критериумите припишани со стандардите МКС Б.Б2.009, МКС У.Е9021/028. АБ/МКС У.Е4.014 и МКС У.Е9.020.

## 6. ЗАКЛУЧОК

Травертинот се јавува компактен и доста цврст со нејасно изразена тракаста текстура, се сменуваат неуедначени траки со светло кафенкаста пигментација и потенки слоеви и млазеви со посветла, односно светло сивкаста боја. Бојата му е светло кафенкаста - кремкаста до посветли сиво - стакласти партии кои неправилно се сменуваат Во поедини делови во рамките на травертинот се присутни шуплини најчесто исполнети со рекристализиран калцит.

Спрема минералошко - петрографските карактеристики, како и хемискиот состав травертинот може да најде широка примена. Првенствено травертинот може да се применува како архитектонски камен, односно за сечење на плочки за поплочување. Посебно погодни се за внатрешно и надворешно обложување на вертикални површини. За надворешни поплочувања погодни се партиите кои се помалку шупликави. Остатоците при сечењето може да се користат како дробен камен за бетонски мешавини, како полнител за бехатон плочки и сл.

За травертинот се утврди дека е умерено цврста карпа со многу осетно впивање на вода и волуменска тежина според која спаѓа во групата на средно тешки украсни камења, коефициентот на отпорност на мраз е во дозволените граници.

Според физичко - механичките карактеристики станува збор за **квалитетен украсен камен** за внатрешна, надворешна декорација и за градежништво.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бариќ Љ. (1956): Дистен, андалузит и силиманит на подрачјето на Југославија. Трудови на геолошки завод на СРМ, 8, Скопје.
- [2] Dumurdzanov, N., Hristov, S., Pavlovski, B., Ivanov, V., 1976: Explanation for the page Vitoliste - Kajmakalan, BGM SFRY 1 : 100 000, Geological Institute, Skopje.
- [3] Dumurdzanov, N., Hristov, S., 1976, Basic geological map 1 : 100 000 for the page Prilep, Geological Institute, Skopje.
- [4] Колман К. (1951): Предходни извештај за резултатите од геолошкото картирање на областа на долниот дел на Црна Река во просторот помеѓу Мрзен и Галиште. Трудови на геолошки завод на СРМ, 2, Скопје.
- [5] Kassmat F. (1924): Geologie der zentralen balkanhalbinsel. Mit einer ubersicht des dinarischen gebirgsbaues. Berlin.
- [6] Мајер В. (1960): Метагабро из Селечке планине. Трудови на геолошки завод на СРМ, 7, Скопје.
- [7] Мариќ Л. (1949): Метаморфне камнини бакарног гумна ин Веслеца Ј ин ЈЗ од Прилепа. Расправе Акад. Знаности ин уметности IV. Љубљана.
- [8] Протиќ М. (1963): О метаморфизму и алкалној метасоматози у области Селечке планине у Македонији. Гео. анали Балк. полуострва. XXX, Београд.
- [9] Rakicevic, T., Stojanov, R., Arsovski, M., 1965: Explanation for the page Prilep, BGM SFRY 1 : 100 000, Geological Institute, Skopje.
- [10] Rakicevic, T., Stojanov, R., Arsovski, M., 1965: Explanation for the page Vitoliste, BGM SFRY 1 : 100 000, Geological Institute, Skopje.
- [11] Стојанов Р. (1968): Фенгити на палеогонскиот масив. Трудови на геолошки завод на СРМ, 13, Скопје.
- [12] Стојанов Р. (1974): Петролошки карактеристики на магматските и метаморфните стени од пошироката околина на Прилеп. Докторска дисертација, РГФ, Београд.
- [13] Теофиловиќ М. (1966): Геолошки састав и тектонски склоп планинског комплекса Козјак – Нице и Селечке планине. Посебно издање И.Г.Р.Н.М.С., књ. I, Београд.
- [14] Цвијиќ Ј. (1906): Основи за геологију и географију Македоније и старе Србије. СКАН, књ. I, Београд